

# ERDŐSZEGÉLYEK FAJÖSSZETÉTELÉT ÉS SZERKEZETÉT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

PAPP MÓNIKA<sup>1</sup>, BARTHA DÉNES<sup>2</sup> és CZÚCZ BÁLINT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>1125 Budapest, Diana utca 22/b.: papp.monika.hilda@gmail.com

<sup>2</sup>Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet,  
9401 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.; bartha@emk.nyme.hu

<sup>3</sup>MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet,  
2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4.; czucz.balint@okologia.mta.hu

Elfogadva: 2014. június 1.

**Kulcsszavak:** ökoton zóna, erdőszegély, fajkompozíció, égtáji kitettség, szegélyhatás

**Összefoglalás:** Vizsgálatainkat két eltérő termőhelyi viszonyok között kialakult erdőtársulás esetében az erdőállomány és a szomszédos nyílt terület átmeneti zónájában végeztük. A Budai-hegységben két cseres-kocsánytalan tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris* Soó 1963) erdőállomány, illetve a szomszédos parlag-területek határán található, különböző égtáji kitettségű (ÉK, ÉNY, DK, DNY) erdőszegélyeket vizsgáltunk. Csáfordjánosfa határában egy síkvidéki üde tölgy-kóris-szil ligeterdő (*Fraxino pannonicae-Ulmetum* Soó in Aszód 1935 corr. 1963), illetve a szomszédos dunántúli mocsárrét (*Deschampsietum caespitosae*) határán kialakult, az előbbiekkal megegyező égtáji kitettségű erdőszegélyeket vizsgáltuk.

Célunk volt annak megállapítása, hogy van-e határozott különbség az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeinek (nyílt terület, lágyszárú szegély, cserjés szegély, erdőköpeny, erdőbelső) fajösszetétele között, az egyes erdőtársulások, illetve a különböző égtáji kitettségű szegélyek esetében.

Eredményeink alapján a cseres-kocsánytalan tölgyes és a tölgy-kóris-szil ligeterdő állományok szegélyei-nek fajösszetétele teljes mértékben eltér egymástól. Az erdőszegélyek fajösszetétele és szerkezete minden esetben az égtáji kitettségtől függően alakul.

## Bevezetés

A mezőgazdaságilag művelt területek terjeszkedésével az erdőállományok fragmentálódása egyre nagyobb méreteket öltött. Az intenzív művelésű mezőgazdasági területek és a szomszédos erdőállományok között így kialakuló keskeny átmeneti (ökoton) zónában az erdőszegély éles határvonalat képez, amely többnyire az erdőállomány szélső fáinak földig hajló ágaiból és laza cserjés szegélyből áll. A művelésből kivont mezőgazdasági területek, illetve gyepterületek és az erdőállományok határán viszont szélesebb átmeneti zóna alakul ki, ahol tagolt szerkezetű és lépcsőzetes felépítésű ún. „szukcessziós erdőszegélyek” jönnek létre (COUSINS 2013, PAPP 2011). Az erdőszegélyek kiterjedését, szerkezetét és fajösszetételét a termőhelyi viszonyokon és az erdőtársuláson túl a mezőgazdasági terület művelésmódja is döntően befolyásolja (BARTHA et al. 2002, REIF et al. in KONOLD et al. 2001, CHABRERIE et al. 2013).

Az erdőszegélyek tájésztétikai értékkel rendelkező meghatározó tájképi elemek (BÜTTNER 1977, EICK et al. 1996, GILGEN et al. 1989, SPAHL 1981, ZUNDEL 1969) és számos ökoszisztéma szolgáltatást nyújtanak a társadalom felé. A szegélyek jelentős védelmi funkciót látnak el az erdőállomány szempontjából (CHABRERIE et al. 2013). A megfelelő szerkezetű erdőszegélyek az erős széllal és más természeti elemek károsításával szemben védi az erdőt (BARTHA et al. 2002, HEUVELDOP és BRÜNIG 1976, PATAKI 2000, RICHERT 1996,

RICHERT és REIF 1992, ZUNDEL 1969). Az erdőszegély szerkezete, illetve fajösszetétele meghatározó szerepet játszik az erdőállomány klímájának alakulásban (WILMERS 1971, PAPP 2007), a fajgazdag, sűrű szegélyek speciális mikroklimát biztosítanak (DIERSCHKE 1974, 1977; SPAHL 1981). Az erdőszegélyeknek a biológiai védekezésben is kiemelkedő szerepük van, a mezőgazdasági károsítókat fogyasztó madarak, rovarok számára élőhelyként szolgálnak (HANSTEIN 1970, RICHERT és REIF 1992). Természetvédelmi szerepük ugyancsak jelentős, számos védett és ritka növény- és állatfaj számára nyújtanak menedéket (BARTHA et al. 2002, VARGA 1999). Az erdőszegélyek nagyfokú bolygatásnak vannak kitéve, elsősorban az intenzív művelés alatt álló mezőgazdasági területeken, ez tükröződik fajösszetételükben és szerkezetükben is (CHABRERIE et al. 2013). Ugyanakkor az erdőszegélyek jelentős szűrő funkciót töltenek be, 20-50%-kal magasabb a környezetre káros anyagok mennyisége a nyílt területen, mint az erdőállomány belsejében (BARTHA et al. 2002, WEATHERS et al. 2001).

Közép-európai termőhelyi viszonyok között az erdőszegélyek megjelenésük, szerkezetük, illetve fajösszetételük alapján több sávra tagolhatók. Elsőként TÜXEN (1952) különítette el egymástól a lágyszárú szegélyt (Waldsaum) és a cserjegyazdag erdőköpenyt (Waldmantel). Magyarországon JAKUCS (1972) végzett részletes erdőszegély vizsgálatokat. Az erdőbelső felé haladva WEBER (2003) lágyszárú, illetve cserjés szegélyt, RICHERT (1996) lágyszárú szegélyt, cserjés szegélyt és erdőköpenyt, míg REIF és HETZEL (1994), valamint BORHIDI (2003) lágyszárú szegélyt, félcserjés-magaskörös szegélyt, cserjés szegélyt és erdőköpenyt különböztet meg.

Az erdőszegély ökológiai és florisztikai szempontból egyaránt a zárt erdőállomány és a szomszédos nyílt terület közötti átmeneti (ökoton) zónának tekinthető, melyre sajátos fajösszetétel (ZÓLYOMI 1987, WEBER 2003) és a klimatikus és termőhelyi adottságoktól függően kis térben nagy fajgazdagság jellemző (ALTENKIRCH 1982, RICHERT 1996, REIF és ACHTZIGER in KONOLD et al. 1999, STEINMEYER és BECKER 2005). Ugyanakkor a szegélyben a nagy fajdiverzitás mellett jelentős életforma-, szaporodásforma- és fenológiai diverzitást is találunk (BARTHA et al. 2002). A szukcessziós erdőszegélyekre nagyobb fajdiverzitás jellemző, fajkészletükben több élőhelytípus (gyep, erdő) fajai is megtalálhatók (COUSINS 2013).

Az erdőszegély égtáji kitétsége jelentősen befolyásolja annak fajösszetételét és szerkezetét (ERDŐS et al. 2011, KOLLMANN 1992, MÉSZÁROS et al. 1981, PAPP 2011, WEBER 1975). Az erdőszegélyekben az abiotikus környezeti tényezők (fényviszonyok, talajnedvesség, szélerősség stb.) egy határozott gradiens mentén változnak a szegély szerkezetétől függően (ALTENKIRCH 1982, RICHERT 1996, REIF és ACHTZIGER in KONOLD et al. 1999).

Kutatómunkánk célja az erdőállomány és a szomszédos nyílt terület határán lévő átmeneti zónában kialakuló erdőszegélyek fajösszetételét és szerkezetét meghatározó tényezők vizsgálata volt (PAPP 2012). Ennek során az alábbi három hipotézisből indultunk ki:

1. Az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemei fajösszetétel és szerkezet alapján egymástól elkülöníthetők.
2. Az erdőszegély fajösszetétele és szerkezete a termőhelyi adottságoktól és ezzel összefüggésben az adott erdőtársulástól függ.

3. Az erdőszegély égtáji kitettségének meghatározó szerepe van fajösszetételének és szerkezetének alakulásában. E feltételezésünket korábbi mikroklíma vizsgálatok eredményei is alátámasztották (PAPP 2009).  
Jelen tanulmányunkban vizsgálataink eredményeit foglaltuk össze.

### Anyag és módszer

#### Mintavételi helyszín

Vizsgálatainkat két eltérő termőhelyi viszonyok között kialakult erdőtársulás esetében az erdőállomány és a szomszédos nyílt terület átmeneti zónájában végeztük. A Budai-hegységben két cseres-kocsánytalan tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris* Soó 1963) erdőállomány, illetve a szomszédos parlagterületek határán található, különböző égtáji kitettségű (ÉK, ÉNY, DK, DNY) erdőszegélyeket vizsgáltunk. Csáfordjánosfa határában egy síkvidéki tüde tölgy-köris-szil ligeterdő (*Fraxino pannonicae-Ulmetum* Soó in ASZÓD 1935 corr. 1963), illetve a szomszédos dunántúli mocsárrét (*Deschampsietum caespitosae*) határán kialakult, az előbbiekkal megegyező égtáji kitettségű erdőszegélyeket vizsgáltunk. Mindkét vizsgált erdőtársulás esetében az erdőállományok vágásrétt korúak, az erdőszegélyek égtáji kitettségétől függetlenül befejezett szukcessziós stádiumban voltak.

A Budai-hegységben a kontinentális, szubmediterrán és szubatlanti klíma hatásai egyaránt érvényesülnek. A területre jellemző évi középhőmérséklet 10,0 °C, az évi csapadékmennyiség 600-650 mm (ÁDÁM in PÉCSI 1988). A hegységre változatos domborzati viszonyok jellemzők, dolomit, mészkő, hárshegyi homokkő, illetve lösz alapközeten rendeződnek, barna erdőtalajok, barnaföldek alakultak ki (FEKETE in PÉCSI 1958, RAJKAI in PÉCSI 1988). A mintavételi helyszínünket a fővárostól nyugatra, észak-nyugatra jelöltük ki, ahol még nagyobb, egybe-függő természetismereti erdőállományok vannak. Az erdőszegélyek többségében erős antropogén hatás figyelhető meg, ezért olyan szegélyeket választottunk ki, melyekben ez a hatás nem érvényesül. A vizsgált erdőállományok szomszédságában a művelésből már régóta kivont ún. óparlagok találhatók.

A Répce menti síkság, ahol a tölgy-köris-szil ligeterdőt vizsgáltuk, klímája mérsékelt kontinentális, az évi középhőmérséklet 9,5-9,7 °C, az évi csapadékmennyiség 650 mm. A terület a mérsékelt hűvös és nedves, illetve a mérsékelt száraz övezet határán fekszik. Geológiai adottságait tekintve a Répce folyó kavicsstakaróján kialakult kötött réti öntés talaj jellemzi (ERTSEY és MEDGYASSZAY 2006). A Csáfordjánosfa határában lévő tölgy-köris-szil ligeterdő az egykor itt található kiterjedt ártéri erdők utolsó maradványfoltja, 1955 óta természetvédelmi oltalom alatt áll. Szomszédságában természetközeli gyepek (mocsárrét) található, melyet rendszeresen kaszálnak.

#### Adatfelvétel

Az átmeneti zóna fajösszetételének vizsgálatához 4-4 eltérő égtáji kitettségű (ÉK, ÉNy, DK, DNY) szegélyt jelöltünk ki mindkét erdőtársulás esetében. Az egyes erdőszegélyek termőhelyi jellemzőit az 1. táblázatban mutatjuk be.

A cönológiai adatfelvételezés szegélyenként három, a szegélyre merőleges, 10×100 m nagyságú transzektben történt. A transzektet egymástól 50-100 m távolságban jelöltük ki a szegély hosszának megfelelően. Az egyes transzektben a nyílt területről az erdőállomány felé haladva öt ponton vettük fel a növényzet borítását: 1. a nyílt területen, 2. a lágyszárú szegélyben, 3. a cserjés szegélyben, 4. az erdőköpenyben és 5. az erdőbelsőben. A mintanégyzetek mérete a nyílt területen 2×2 m-es volt. A lágyszárú, illetve a cserjés szegélyben, azok teljes szélességében 1×10 m-es sávokban vettük fel az adatokat. Az erdőköpenyben, illetve az erdőbelsőben 10×10 m-es mintanégyzetet jelöltünk ki.

Az adatfelvételezés során a mintanégyzetekben az egyes növényzeti szintek (felső lombkoronaszint > 10 m, alsó lombkoronaszint 5-10 m, cserjeszint 1-5 m, gyepszint < 1 m) összborítását, illetve a szintenként előforduló fajok arányát %-ban becsültük. A fajok borítását BRAUN-BLANQUET módszerrel is meghatároztuk.

A vizsgált erdőszegélyek termőhelyi jellemzői  
Die Standortseigenschaften der untersuchten Waldränder.

- (1) Untersuchte Waldtypen; (2) H.ü.M. (m); (3) Exposition, Neigungsgrad (°); (4) Waldrandausrichtung; (5) Grundgestein; (6) Bodentyp; (7) Anbauungsform des angrenzenden Offenlandes; (8) Steineiche-Traubeneiche Gemischwald (Quercetum petraeae-cerris Soó 1957), Budakeszi; (9) Steineiche-Traubeneiche Gemischwald (Quercetum petraeae-cerris Soó 1957), Solymár; (10) Eichen-Eschen-Ulmen-Auwald (Fraxino pannonicae-Ulmetum), Csáfordjánosfa

Vizsgált erdőtürsulások (1)	Tszfm (m) (2)	Felszín kitétsége, lejtők (°) (3)	Szegély tájolása (4)	Alap-kőzet (5)	Talaj-típus (6)	Szomszédos nyílt terület művelés-módja (7)
cseres-kocsánytalan tölgyes (Budakeszi) (8)	300	sík	ÉK	homokkő	rendzina	óparlag
	250	D, 5°	DK	homokkő	rendzina	óparlag
	250	DK, 2°	DNy	homokkő	rendzina	óparlag
cseres-kocsánytalan tölgyes (Solymár) (9)	300	Ny, 5°; DNy, 10°	ÉNy	mészkö	barnaföld	óparlag
tölgy-körisszil ligeterdő (Csáfordjánosfa) (10)	155	sík	ÉK ÉNy DK DNy	lösszel fedett kavics	öntés réti talaj	mocsárrét

### Adatelemzés

A cseres-kocsánytalan tölgyesek különböző égtáji kitétségű szegélyeit a tölgy-körisszil ligeterdő megegyező tájolású szegélyeivel hasonlítottuk össze. A statisztikai értékeléshez a fajok %-os borításértékeit vettük alapul.

Arra a kérdésre, hogy van-e szignifikáns eltérés az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemei (nyílt terület, lágyszárú szegély, cserjés szegély, erdőköpeny, erdőbelső), a két erdőtürsulás típus, illetve a különböző égtáji kitétségű szegélyek esetében a fajösszetételben, nem-parametrikus sokváltozós varianciaanalízis (Non-parametric Multivariate Analysis of Variance – NpMANOVA) segítségével kerestük a választ. Ehhez az R statisztikai program (R CORE TEAM 2012) *vegan* csomagjának *adonis* (OKSANEN et al. 2012) eljárását alkalmaztuk. Az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeinek átlagai közötti szignifikáns különbség kimutatására utólagos (follow-up) analízist végeztünk SIDÁK korrekcióval.

Az átmeneti zónában szerepet játszó környezeti tényezők (transzekt menti pozíció, erdőtürsulás, égtáji kitétség) és az egyes növényfajok térbeli eloszlása közötti összefüggések tisztázása céljából az egyes fajok Hellinger transzformációval (LEGENDRE és GALLAGHER 2001) módosított borításértékei, valamint a független változók értékei alapján több célzott redundancia analízist (RDA) végeztünk. Ez a technika, mely részben egy, az egyes plot-ok közötti Hellinger távolságok alapján végzett főkoordináta-elemzéssel (PCoA) ekvivalens, a társulástani elemzések során elterjedten alkalmazott kanonikus korrespondancia elemzés (CCA) számos korlátját tudja kiküszöbölni (LEGENDRE és GALLAGHER, 2001; LEGENDRE és BIRKS, 2012). Mivel a transzekt menti pozíciót (plot location) ennek során ordinális skálán vettem figyelembe (egyfajta nyitottságként értelmezve: NY < LSZ < CS < EK < EB), ezért ezen változó kódolására ortogonális polinomiális segédváltozókat (orthogonal polynomial contrasts) alkalmaztam. Ezek közül a lineáris komponens (ploc.L) az erdőszegélytől befelé haladva a lineáris trendet mutatja, míg a négyzetes komponens (ploc.Q) a köztes pozíciók (~ a cserjés szegélysáv) ettől való eltéréseire utal.

## Eredmények

### Az erdőszegélyek fajösszetételének alakulása

A varianciaanalízis eredményei (2. táblázat) azt mutatják, hogy az egyes szerkezeti elemek – nyílt terület, lágyszárú szegély, cserjés szegély, erdőköpeny, erdőbelső – fajösszetétel és borítás alapján szignifikánsan ( $p < 0,001$ ) eltérnek egymástól mind a cseres-kocsánytalan tölgyes, mind a tölgy-köris-szil ligeterdő esetében. Legnagyobb különbséget mindkét esetben a lágyszárú szegély és a cserjés szegély fajösszetétele ( $p < 0,001$ ) között találtunk. A nyílt terület és a lágyszárú szegély ( $p < 0,004$ ), illetve a cserjés szegély és az erdőköpeny ( $p < 0,008$ ) fajösszetétele és borítása közötti szignifikáns különbség kevésbé határozott. Az erdőköpeny és az erdőbelső fajösszetétele és borítása között azonban egyik esetben sincs szignifikáns különbség ( $p < 0,255$ ). A két erdőtársulás típus esetében az átmeneti zóna megegyező szerkezeti elemeinek fajösszetételét páronként összehasonlítva hasonlóképpen szignifikáns különbséget ( $p < 0,001$ ) találtunk. A különböző égtáji kitettségi szegélyek fajösszetétele között az északi és délies kitettségeket összehasonlítva szignifikáns (északiasság  $p < 0,043$ ) a különbség, míg a keleties és nyugatias kitettségek között nincs határozott különbség (keletiesség  $p < 0,95$ ). Az erdőtársulás és a szegélyek égtáji kitettségének interakcióját vizsgálva megállapítottuk, hogy az É-D irányú fajkészletváltozás különböző mértékű és jellegű. Ennek tisztázása érdekében mindkét erdőtársulás típusnál külön-külön megvizsgáltuk a szegélyek égtáji kitettsége közötti összefüggést utólagos (follow-up) analízis segítségével (3. táblázat). Az utólagos (follow-up) analízis mindkét esetben megerősítette a korábbi eredményeket, mely szerint az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemei, illetve az északi és délies kitettségű szegélyek fajösszetétele és borítása között szignifikáns ( $p < 0,001$ ) különbség van.

2. táblázat  
Tabelle 2

A varianciaanalízis eredményei  
Die Ergebnisse der Varianzanalyse.

- (1) Variablen; (2) Waldtyp; (3) Aufnahmeposition innerhalb der Transekt; (4) Nördlichkeit; (5) Östlichkeit; (6) Waldtyp/Nördlichkeit Interaktion; (7) Waldtyp/Östlichkeit Interaktion; (8) Nördlichkeit/Östlichkeit Interaktion; (9) Waldtyp/Nördlichkeit/Östlichkeit Interaktion

Változók (1)	df	F érték	R <sup>2</sup>	P érték
Erdőtársulás (2)	1	23,5127	0,1288	0,001***
Transzektben belüli pozíció (3)	4	7,8614	0,17226	0,001***
Északiasság (4)	1	5,1739	0,02834	0,043*
Keletiesség (5)	1	1,3571	0,00743	0,95
Erdőtársulás/északiasság interakció (6)	1	6,7356	0,0369	0,001***
Erdőtársulás/keletiesség interakció (7)	1	1,812	0,0993	0,636
Északiasság/keletiesség interakció (8)	1	2,1272	0,01165	0,384
Erdőtársulás/északiasság/keletiesség interakció (9)	1	2,3838	0,01306	0,325

$\alpha = 0,0125$ ;  $0 < 0,001 = ***$ ;  $0,001 < 0,01 = **$ ;  $0,01 < 0,1 = *$

Az utólagos (follow-up) analízis eredményei  
Die Ergebnisse der Follow-up Analyse.

(1) Variablen; (2) Aufnahmeposition innerhalb der Transekt; (3) Nördlichkeit; (4) Östlichkeit

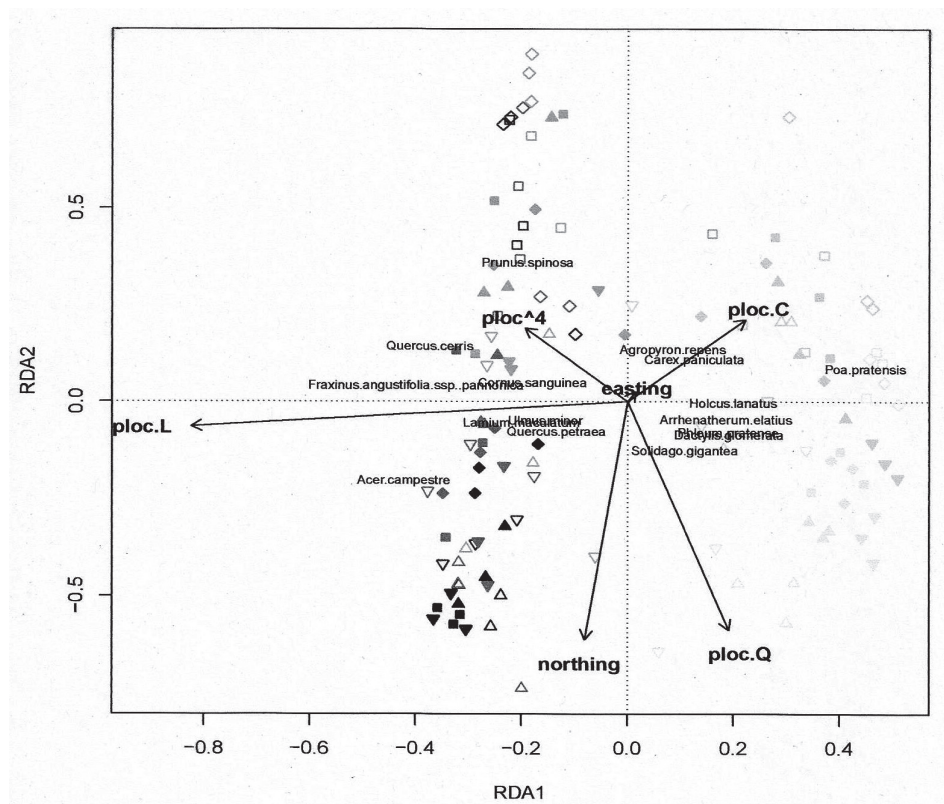
Változók (1)	Budai-hegység				Csáfordjánosfa			
	df	F érték	R <sup>2</sup>	P érték	df	F érték	R <sup>2</sup>	P érték
Tranzsekten belüli pozíció (2)	4	6,562	0,2815	0,001***	4	10,0301	0,39792	0,001***
Északiasság (3)	1	10,4194	0,11174	0,001***	1	3,9124	0,0388	0,001***
Keletiesség (4)	1	2,0152	0,02161	0,345	1	1,8427	0,01828	0,372

 $\alpha = 0,0125$ ;  $0-0,001 = ***$ ;  $0,001-0,01 = **$ ;  $0,01-0,1 = *$ 

A redundanciaanalízis eredményei alátámasztják a varianciaanalízis eredményeit. Az 1. ábrán jól látható a két vizsgált erdőársulás típus esetében az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeinek fajösszetétel alapján való elkülönülése. A lágyszárú szegély és a cserjés szegély felvételek élesen elkülönülnek egymástól, ezzel szemben az erdőköpeny és az erdőbelső felvételek hasonlóan tekinthetők. Az ordinációs diagramon jól látható, hogy cseres-kocsánytalan tölgyes átmeneti zónában a nyílt → zárt élőhely gradiens hatása jobban érvényesül, mint a tölgy-köris-szil ligeterdő esetében. A vizsgált cseres-kocsánytalan tölgyeseknél a nyílt → zárt élőhely gradiens mentén az erdőhöz legjobban a *Quercus cerris*, míg a nyílt területhez a *Poa pratensis* kötődik. Mindkét erdőársulásnál a cserjés szegély legjellemzőbb cserjefaja a *Prunus spinosa*, az erdőköpeny és az erdőbelső jellemző faja az *Acer campestre*.

### Az erdőszegélyek szerkezetének alakulása

Vizsgálataink alapján az erdőszegélyek horizontális szerkezetét alapvetően a szomszédos terület kezelési módja határozza meg. Ezzel szemben vertikális szerkezetük az adott erdőársulástól és a szegély égtáji kitettségétől függ. A cseres-kocsánytalan tölgyes erdőállományoknál egyértelműen az égtáji kitettség határozza meg a szegélyek vertikális szerkezetét. Északias kitettségben hirtelen emelkedő, függőleges falú (2. ábra), ezzel szemben délies kitettségben fokozatosan emelkedő, lépcsőzetes falú szegélytípust (3. ábra) találtunk. A tölgy-köris-szil ligeterdő esetében viszont kitettségétől függetlenül átmeneti jelleget mutat a szegély szerkezete a hirtelen emelkedő, függőleges falú és a fokozatosan emelkedő, lépcsőzetes falú típus között (4. ábra). Megfigyeléseink szerint az erdőszegély szélességét több tényező befolyásolja. A lágyszárú szegélynél elsősorban a szomszédos terület kezelési módja a döntő, míg a cserjés szegély esetében az erdőársulás kezelési módja, valamint a szegély égtáji kitettsége játszik fontos szerepet. Mindkét erdőársulás típusnál északias kitettségben átlagosan keskenyebb (6 m), míg délies kitettségben átlagosan szélesebb (7 m) cserjés szegélyt találtunk.



1. ábra. Az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeinek elrendeződése fajösszetétel alapján (RDA ordinációs diagram)

Jelmagyarázat: □ = DNy-i kitettség, ◇ = DK-i kitettség, ▼ = ÉK-i kitettség, ▲ = ÉNy-i kitettség; halványszürkészín = nyílt terület, világosszürke szín = lágyszárú szegély, középszürke szín = cserjés szegély, sötétszürke szín = erdőköpeny, fekete szín = erdőbelső; üres szimbólum = cseres-kocsánytalan tölgyes, teli szimbólum = tölgy-kóris-szil ligeterdő

Abbildung 1. Die Verteilung der einzelnen Strukturelemente des Übergangsbereiches aufgrund der Artzusammensetzung in der RDA Ordinationsdiagramm.

Zeichenerklärung: □ = Waldrandausrichtung SW, ◇ = Waldrandausrichtung SO, ▼ = Waldrandausrichtung NO, ▲ = Waldrandausrichtung NW; mattgrau = Offenland, hellgrau = Saum, mittelgrau = Strauchmantel, dunkelgrau = Baummantel, schwarz = Wald; lehrSymbol = Steineiche-Traubeneiche-Gemischwald, vollSymbol = Eichen-Eschen-Ulm-Auwald



2. ábra. Hirtelen emelkedő, függőleges falú erdőszegély (ÉK-i kitettség, Budai-hg.)  
Abbildung 2. Steil steigender, senkrechter nordöstlich ausgerichteter Waldrand (Budaer Gebirge).



3. ábra. Fokozatosan emelkedő, lépcsőzetes falú erdőszegély (DK-i kitettség, Budai-hg.)  
Abbildung 3. Gradweise steigender, stufig aufgebauter südöstlich ausgerichteter Waldrand (Budaer Gebirge).





4. ábra. Átmeneti jellegű erdőszegély (Csáfordjánosfa)  
Abbildung 4. Übergangstypische Waldrand (Csáfordjánosfa).

### Megvitatás

A terepi adatfelvételezés eredményei nyomán megállapítottuk, hogy a cseres-kocsánytalan tölgyes, illetve a tölgy-kőris-szil ligeterdő átmeneti zónájának fajösszetétele nagymértékben különbözik egymástól mind a lágyszárú, mind a cserje-, illetve a fafajokat tekintve. Mindössze három olyan lágyszárú fajt találtunk (*Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Lamium maculatum*), melyek mindkét erdőtársulás típusnál előfordultak. A cserjefajok közül a *Prunus spinosa* és a *Cornus sanguinea* fordult elő mindkét esetben a cserjés szegélyben. A fafajok közül az *Acer campestre* az egyetlen közös, a cserjés szegélyben és az erdőköpenyben előforduló faj.

Az átmeneti zónában a fajok előfordulásának jellegzetességei mindkét vizsgált erdőtársulás típusnál megegyeznek. Mind a cseres-kocsánytalan tölgyes, mind a tölgy-kőris-szil ligeterdő esetén a fajok ökológiai igényeiknek megfelelően fordulnak elő. A lágyszárú szegélyben a nyílt területre jellemző lágyszárú fajok mellett olyanok is megtalálhatók, amelyek csak a szegélyben fordulnak elő, ugyanakkor az erdőállomány jellemző lágyszárú fajai egyetlen esetben sem fordulnak elő. A cserjés szegélyben a nyílt terület és az erdőállomány jellemző lágyszárú fajai egyaránt megjelennek, a nyílt területi fajok a cserjés szegély külső, míg az erdei fajok a belső, erdő felőli oldalán fordulnak elő. A cserjés szegély középső részén kevés lágyszárú faj fordul elő a sűrűn záródott cserjeszint miatt fellépő fényhiány következtében. Az erdőköpeny lágyszárú fajkészlete megegyezik az erdőállományéval, ugyanazok a fajok találhatóak itt alacsonyabb borítással, nyílt területi fajok csak elvétve fordulnak elő. Cserje- és fafajok fiatal példányai a

lágyszárú szegélyben csak szórványosan, alacsony borítással fordulnak elő. Vizsgálataink alapján a cserjés szegélyben és az erdőköpenyben az erdőállomány jellemző cserje- és fafajai jelennek meg. Kivételt képez a *Prunus spinosa*, mely jellegzetes szegélyfaj, kizárólag a szegélyben található.

Terepi megfigyeléseink egyértelműen azt mutatják, hogy a nyílt terület–erdőbelső gradiens mentén előforduló lágyszárú, cserje- és fafajok az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeiben jellemző módon helyezkednek el. Megállapítottuk, hogy az erdőszegély lágyszárú fajkészlete sajátos, speciális fajokkal jellemezhető, míg a szegélyben előforduló cserje- és fafajok többsége az erdőállományra jellemző, ami egyezik DIERSCHKE (1974) megfigyeléseivel. Megállapítottuk továbbá, hogy a szegély égtáji kitettsége meghatározza annak fajösszetételét, ami egyezik ERDŐS et al. (2011), KOLLMANN (1992), MÉSZÁROS et al. (1981), PAPP (2011), WEBER (1975) megfigyeléseivel. Az egyes fajok ökológiai igényük alapján meghatározott égtáji kitettségben fordulnak elő. Mind a cseres-kocsánytalan tölgyes, mind a tölgy-köris-szil ligeterdő esetében elsősorban a délies és az északias kitettségű szegélyek fajösszetétele között tapasztaltunk különbséget. Jellemző lágyszárú fajok a cseres-kocsánytalan tölgyes szegélyekben délies kitettségben a *Clinopodium vulgare*, *Fragaria viridis*, *Salvia nemorosa*, *Viola odorata*, *Melica uniflora*, északias kitettségben a *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Vicia cracca*, *Conium maculatum*, *Polygonatum odoratum*. A tölgy-köris-szil ligeterdő szegélyében délies kitettségben a *Sanguisorba officinalis*, *Cirsium pannonicum*, *Carex paniculata*, *Stachys sylvatica*, északias kitettségben az *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Lysimachia nummularia*, *Veronica chamaedrys*, *Asarum europaeum* *Dactylis glomerata*, *Glechoma hederacea*, *Stellaria holostea* fordul elő. Jellemző cserjefajok a délies kitettségű cseres-kocsánytalan tölgyes szegélyekben a *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, északias kitettségben a *Ligustrum vulgare*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*. A tölgy-köris-szil ligeterdő szegélyében kitettségtől függetlenül fordul elő a *Prunus spinosa*, *Rubus caesius*, *Cornus sanguinea*, északias kitettségben a *Viburnum opulus*, *Crataegus laevigata* jelenik meg. Jellemző fafajok a cseres-kocsánytalan tölgyes szegélyekben a *Quercus cerris*, emellett északias kitettségben a *Quercus petraea*, délies kitettségben a *Fraxinus ornus*. A tölgy-köris-szil ligeterdőnél a *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* mellett délies kitettségben az *Ulmus minor*, északias kitettségben a *Quercus robur* fordul elő.

Eredményeink igazolják, hogy a zárt erdőállomány és a szomszédos nyílt terület között kialakuló erdőszegélyek fajösszetétel és szerkezet szempontjából átmeneti zónának tekinthetők, és az erdőtársulástól határozottan elkülöníthetők, ami megegyezik ZÓLYOMI (1987) és WEBER (2003) vizsgálati eredményeivel. Megerősítjük TÜXEN (1952) és RICHERT (1996) azon megállapítását, mely szerint az erdőszegély három szerkezeti elemre, lágyszárú szegélyre, cserjés szegélyre és erdőköpenyre tagolható. A terepi adatfelvételezés során is jól elkülöníthetők voltak ezek az elemek, viszont az erdőköpeny és az erdőbelső között legtöbb esetben nem tapasztaltunk éles átmenetet. TÜXEN (1952) és JAKUCS (1972) megállapítását, mely szerint az erdőszegély egyes szerkezeti elemei egymástól, illetve az erdőtársulástól fiziognómiai-strukturális szempontból elkülöníthetők, vizsgálatai eredményeink alátámasztották. Hasonlóképpen REIF et al. (in KONOLD et al., 2001) azon megállapítását is, mely szerint az átmeneti zóna egyes szerkezeti elemeinek fajösszetételére és szerkezetére a transzekt menti pozíció, az adott erdőtársulás, a szegély égtáji kitettsége egyaránt hatással van. BARTHA et al. (2002) szerint az erdőszegélyek megjelenését hori-

zontális és vertikális szerkezetük határozza meg, amit terepi megfigyeléseink is igazoltak. Vizsgálataink megerősítik DIERSCHKE (1974) megfigyelését, mely szerint a szegélyek horizontális szerkezetét elsősorban a víz és a tápanyagok talajbéli eloszlása határozza meg, a vertikális szerkezetük pedig a fényért folytatott verseny eredményeként jön létre.

Vizsgálati és kiértékelési módszereink megfelelnek a jelenleg nemzetközileg elfogadott követelményeknek. A kutatómunka időbeli és anyagi korlátai a cseres-kocsánytalan tölgyes és tölgy-köris-szil ligeterdő esetében összesen 16 erdőszegély, köztük az itt bemutatott 8 erdőszegély részletes elemzését tették lehetővé. Előzetes feltáró munkánk során további négy erdőtársulás típusban (molyhos-tölgyes, gyertyános-kocsánytalan tölgyes, szubmontán bükkös, hegyvidéki égerliget) is végeztünk vizsgálatokat, összesen 46 különböző erdőrészletben. Ezekből kerültek kiválasztásra a részletesen megvizsgált szegélyek. Véleményünk szerint eredményeinkből levont alapvető megállapításaink általánosíthatók, és a közép-európai térségre vonatkozóan összehasonlítható információt tartalmaznak.

#### Köszönetnyilvánítás

Czucz Bálint munkáját a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

#### IRODALOM – REFERENCES

- ALTENKIRCH, W. 1982: Waldränder als Lebensraum. *Allgemeine Forstzeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge* 37–38: 1468–1471.
- BARTHA D., ILONCZAI Z., KOVÁCS T. 2002: Az erdőszegély. *Erdészeti Lapok*. 137/4: 109–111.
- BORHIDI A. 2003: *Magyarország növénytársulásai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 610 pp.
- BÜTTNER, G. 1977: Waldränder. *Niedersächsische Landesforstverwaltung. Merkblatt*, Nr. 3.
- CHABRIERIE, O., JAMONEAU, A., GALLET-MORON, E., DECOCQ, G. 2013: Maturation of forest edges is constrained by neighbouring agricultural landmanagement. *Journal of Vegetation Science* 24: 58–69.
- COUSINS, S. A. O. 2013: Mowing towards the edge: matrix matters! *Journal of Vegetation Science* 24: 7–8.
- DIERSCHKE, H. 1974: Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. *Scripta Geobotanica* 6: 1–246.
- DIERSCHKE, H. 1977: *Vegetation und Klima*. J. Cramer, Vaduz, 11 pp.
- EICK, F. S., GÖTZ, V., KARIUS, K., PANKNIN, B., SPAHL, H., VERBEEK, A., WALDENSPUHL, TH. 1996: Lebensraum Waldrand. Schutz und Gestaltung. *Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg*, Nr. 48.
- ERDŐS, L., GALLÉ, R., BÁTORI, Z., PAPP, M., KÖRMÖCZI, L. 2011: Properties of shrubforest edges: a case study from South Hungary. *Central European Journal of Biology* 6(4): 639–658.
- GILGEN, CHR., WENK, D., PLATTNER, H. R. 1989: Protection de la nature et forêt. *Forestier Suisse* 12: 30–33.
- HANSTEIN, U. 1970: Waldrandpflege. *Natur und Landschaft* 45: 83–86.
- HEUVELDOP, J., BRÜNING, E. F. 1976: WALDRAND – Umweltwirkungen, Wachstum und Ertrag. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 31(23): 486–490.
- JAKUCS, P. 1972: *Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 228 pp.
- KOLLMANN, J. 1992: Gebüschentwicklung in Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls. *Natur und Landschaft* 67(1): 20–26.
- LEGENDRE, P., BIRKS, H. 2012: From classical to canonical ordination. In: *Tracking environmental change using lake sediments: Data Handling and Statistical Techniques* (Eds.: BIRKS, H., JUGGINS, S., LOTTER, A., SMOLJ, J.). Vol. 5. Dordrecht, London, Springer. Retrieved from <http://www.springer.com/new+%26+forthcoming+titles+%28default%29/book/978-94-007-2744-1>.
- LEGENDRE, P., GALLAGHER, E. D. 2001: Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271–280.

- MÉSZÁROS, I., JAKUCS, P., PRÉCSÉNYI, I. 1981: Diversity and niche changes of shrub species within forest margin. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 27(3-4): 421–437.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B., SIMPSON, G. L., SOLYMONS P., HENRY, M., STEVENS, H., WAGNER, H. 2012: *vegan*: Community Ecology Package. R package version 2.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- PAPP M. 2007: Az erdőszegély meghatározása és cönotaxonomiai besorolásának szempontjai. *Botanikai Közlemények* 94(1–2): 175–195.
- PAPP M. 2009: Erdőszegélyek mikroklíma befolyásoló szerepe. *Léggör* 54(1): 26–29.
- PAPP M. 2011: Égtáji kitettségéből adódó különbségek erdőszegélyek fajösszetételében és szerkezetében. *Tájökológiai Lapok* 9(1): 99–110.
- PAPP M. 2012: *Cseres-kocsánytalan tölgyes és tölgy-kőris-szil ligeterdő különböző égtáji kitettségű szegélyeinek vizsgálata*. PhD disszertáció. NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron, 100 pp.
- PATAKI T. 2000: *Erdőszegélyek létesítése és ápolása*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 31 pp.
- R CORE TEAM 2012: *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- REIF, A., HEITZEL, G. 1994: Die Vegetation der Waldaußenränder des Großen Kappeler Tales bei Freiburg, Südschwarzwald. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz N. F.* 16(1): 1–34.
- REIF, A., ACHTZIGER, R. 1999: Biotoptypen XIII-7.2: Gebüsche, Hecken, Waldmäntel, Feldgehölze (Strauchformationen). In: *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* 6. (Hrsg: KONOLD, W., BÖCKER, R., HAMPICKE, U.). Erg. Lfg. 10/01. Ecomed Verlag, Landsberg, pp. 1–38.
- REIF, A., KNOERZER, D., COCH, T., SUCHANT, R. 2001: Landschaftspflege in verschiedenen Lebensräumen. XIII-7.1 Wald. In: *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege* 4. (Hrsg: KONOLD, W., BÖCKER, R., HAMPICKE, U.). Erg. Lfg. 3/01. Ecomed Verlag, Landsberg, pp. 49–51.
- RICHERT, E. 1996: *Waldränder in Süddeutschland. Struktur, Dynamik und Bedeutung für den Naturschutz*. Bayreuther Forum Ökologie, Band 40.
- RICHERT, E., REIF, A. 1992: Vegetation, Standorte und Pflege der Waldmäntel und Waldaußenäume im südwestlichen Mittelfranken, sowie Konzepte zur Neuanlage. *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* 16: 123–160.
- SPAHL, H. 1981: Anlage und Pflege von Waldrändern. *Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg*. Nr. 21.
- STEINMEYER, A., BECKER, F. 2005: Erfassung von Waldrändern im Rahmen der Waldbiotopkartierung und deren Stellenwert in der Mittelfristigen Forstplanung. *Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftökologie* 39(1): 1–8.
- TÜXEN, R. 1952: Hecken und Gebüsche. In: Über Saumgesellschaften im nordostdeutschen Flachland (Red.: PASSARGE, H. 1967). *Feddes Repertorium* 74(3): 145–158.
- VARGA Z. 1999: Cserjések állatközösségei. In: *Vörös könyv Magyarország növényátarsulásairól 2* (szerk.: BORHIDI A., SÁNTA A.). TermészetBÜVÁR Alapítvány, Budapest, pp. 99–111.
- WEATHERS, K. C., CADENASSO, M. L., PICKETT, S. T. A. 2001: Forest Edges as Nutrient and Pollutant Concentrators: Potential Synergisms between Fragmentation, Forest Canopies, and the Atmosphere. *Conservation Biology* 15(6): 1506–1514.
- WEBER, H. E. 1975: Die expositionsbedingte Verhalten von Gehölzen und Hinweise für eine standortgerechte Artenwahl. *Natur und Landschaft* 50(7): 187–193.
- WEBER, H. E. 2003: *Gebüsche, Hecken, Krautsäume*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 229 pp.
- WILMERS, F. 1971: Ökologische Untersuchungen an Bestandesrändern des Frischen Buchenmischwaldes (*Quercus-Carpinetum asperuletosum*) bei Hannover. *Landschaft + Stadt* 1: 25–45.
- ZÓLYOMI B. 1987: Coenotone, ecotone and their role in preserving relic species. *Acta Botanica Hungarica* 33(1-2): 3–18.
- ZUNDEL, R. 1969: Aufbau und Behandlung von Waldmänteln. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 24 (13): 239–242. [http://www.entsoc.org/PDF/MUVE/6\\_NewMethod\\_MANOVA1\\_2.pdf](http://www.entsoc.org/PDF/MUVE/6_NewMethod_MANOVA1_2.pdf)

## DIE ARTENZUSAMMENSETZUNG UND STRUKTUR DER WALDRÄNDER BESTIMMENDE ÖKOLOGISCHE FAKTOREN

M. Papp<sup>1</sup>, D. Bartha<sup>2</sup> and B. Czúcz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Budapest, Diana utca 22/b, H-1125, Ungarn; e-mail: papp.monika.hilda@gmail.com

<sup>2</sup>Westungarische Universität, Fakultät für Forstwissenschaft, Institut für Botanik und Naturschutz,

Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., H-9401, Ungarn; e-mail: bartha@emk.nyme.hu

<sup>3</sup>Ökologische und Botanische Institut von Ökologischen Versuchszentrum  
der Ungarische Akademie der Wissenschaften,

Vácrátót, Alkotmány u. 2-4., H-2163, Ungarn; e-mail: czucz.balint@mta.okologia.hu

Angenommen: 1 Juni 2014

**Schlüsselwörter:** Ökoton, Waldrand, Artenzusammensetzung, Waldrandausrichtung, Randeffect

Wir haben die Untersuchungen in der Budaer Gebirge (Mittelungarn) im Übergangsbereich zwischen Steineiche-Traubeneiche Gemischwaldes (*Quercetum petraeae-cerris* Soó 1957) und das angrenzende Offenland, bzw. neben Csáfordjánosfa (Westungarn) im Übergangsbereich zwischen eines feuchten, flachlandigen Eichen-Eschen-Ulmen-Auwaldes (*Fraxino pannonicae-Ulmetum*) und des angrenzenden naturnahen Rasen durchgeführt.

Im Freiland haben wir neben der zöologischen Datenerhebung auch die Struktur der ausgewählten Wald-ränder untersucht. Vier Wald-ränder von verschiedenen Ausrichtungen (NO, NW, SO, SW) wurden ausgewählt und je Waldrand wurden drei Transekte bestimmt. Wir haben in der einzelnen Strukturelemente des Übergangsbereiches (Offenland, Saum, Strauchmantel, Baummantel, Wald) die Artdeckungen und die Deckungsprozente der einzelnen Vegetationsschichten nach der "Braun-Blanquet-Methode" geschätzt. Daneben haben wir auch die strukturellen Merkmale der Wald-ränder notiert.

Das Ziel unser Arbeit war, die Unterschiede zwischen der Artenzusammensetzung der einzelnen Strukturelemente des Übergangsbereiches, zwischen die zwei Waldtypen und zwischen die vier verschiedenen Wald-randausrichtungen zu klären.

Wir haben zur Datenauswertung auch statistischen Methoden benutzt. Um die Auswirkung unterschiedlicher Standortsbedingungen auf der Artenzusammensetzung der einzelnen Strukturelemente des Übergangsbereiches zu ergründen wurde nichtparametrische multivariate Varianzanalyse (Non-parametric Multivariate Analysis of Variance – NpMANOVA) durchgeführt. Die Abhängigkeit der einzelnen Strukturelemente des Übergangsbereiches von der Waldrandausrichtung und von der verschiedenen Waldtypen wurde durch Redundanzanalyse (RDA) untersucht.

Unsere Ergebnisse haben die Feststellung von mehreren Autoren bestätigt, daß der Waldrand aus drei phyto-zöologisch verschiedenen Elementen (Saum, Strauchmantel, Baummantel) besteht. Diese wurde durch die Ergebnisse der statistischen Datenanalyse auch unterstützt.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß in der Ökoton Zone das Vorkommen der Pflanzenarten hängt fest mit ihrer ökologischen Standortansprüche zusammen. Imfolgedessen ist die Artenzusammensetzung des Waldrandes bei der beiden Waldtypen fast völlig verschieden. Wir haben festgestellt, daß bei beiden Waldtypen im Strauchmantel und Baummantel die charakteristische Strauch- und Baumarten des Waldbestandes vorkommen. Der Saum besteht überwiegend aus solchen Krautarten, die im Offenland zu finden sind, aber gibt es auch speziell für den Waldrand charakteristische Krautarten. Hinsichtlich der Waldrandausrichtung haben wir deutliche Unterschiede in der Artenzusammensetzung und Struktur der einzelnen Wald-ränder gefunden, überwiegend zwischen der nördlichen und südlichen Ausrichtungen.

Hinsichtlich der Struktur der Wald-ränder haben wir festgestellt, daß die horizontale Struktur der Waldrand grundsetzlich durch die Nutzungsart der angrenzenden Fläche bestimmt wird, während die vertikale Struktur sich nach der Waldrandausrichtung bildet. In der südlichen Ausrichtungen kommen dichtere, gradweise steigende, stufig aufgebaute Wald-ränder vor, während in der nördlichen Ausrichtungen steil steigende, senkrechte Wald-ränder zu finden sind.